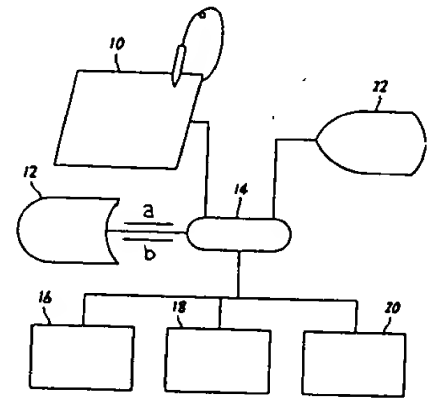


(54) FORMATION OF CUT MASK

(11) 4-76549 (A) (43) 11.3.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 2-190078 (22) 18.7.1990
 (71) DAINIPPON PRINTING CO LTD (72) NATSUKO NAKABAYASHI(2)
 (51) Int. Cl⁵. G03F1/00

PURPOSE: To obtain a composite image which has a well matching border line and is close to a natural image by generating binary mask data for a color image, generating half-tone mask data for an area which includes the slanting border line between a background part and an actual body part, and forming the cut mask.

CONSTITUTION: Image data are inputted from a storage 12 to a frame memory 14. Then a binary mask formation part 16 checks the possibility that each picture element of the image data belongs to the actual body part or background part by arithmetic using a maximum likelihood method, etc., and generates the binary mask data which is ON "1" for a picture element belonging to the background part and OFF "0" for a picture element belonging to the actual body part. Then the half-tone mask (gradational mask other than 0% mask and 100% mask) having gradations as to the slanting border line according to the binary mask data. The binary mask data and half-tone mask data which are generated as mentioned above are put together to obtain the composite image which has the matching border and is close to a natural image.



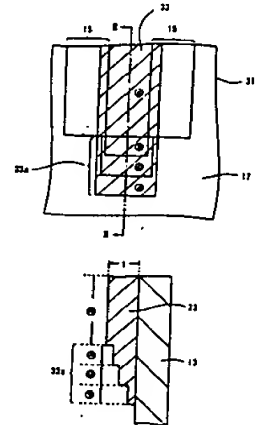
10: input device (digitizer or mouse, etc.), 18: half-tone mask generation part, 20: control CPU, 22: (color CRT) output part, a: image data, b: mask data

(54) PHOTOMASK AND MANUFACTURE THEREFOR

(11) 4-76550 (A) (43) 11.3.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 2-190161 (22) 18.7.1990
 (71) OKI ELECTRIC IND CO LTD (72) HIDEYUKI JINBO(2)
 (51) Int. Cl⁵. G03F1/08, H01L21/027

PURPOSE: To greatly lessen the extent of degradation of the intensity of exposure light at lower edge parts and to eliminate the formation of an unnecessary pattern by making thinner the film thickness of a sifter at the edge part of the sifter on a light translucent part as the sifter goes toward the edge.

CONSTITUTION: In a photomask 31, the film thickness on the part a of the light translucent part between light shielding parts 15 of the sifter 33 is set at (t) and this (t) is made to be $\lambda/2(n-1)$, where the most effective result as the sifter for a phase shift method is obtained; λ is a wavelength of light exposure, and (n) is the reflective index of the structural material of the sifter at a wavelength λ . The structural materials of the sifter are inorganic materials of silicone dioxide, etc., and polymers, etc. Besides the film thickness at the edge part 33a is made thinner gradually as the film goes toward the edge part, and the part (b) is about $3t/4$, and the part c is about $t/2$ and the part d is about $t/4$. In this photomask 31, at each of the sifter boundaries such as the part (a) and the part (b), the reduction of the light intensity caused by the phase shift of the exposure light beams transmitting through both sides of the boundaries occurs, but since the film thickness is decreased gradually, the reduction of the light intensity as much as the generation of pseudo unexposed part occurs is not generated and the desired pattern without an unnecessary pattern is obtained.



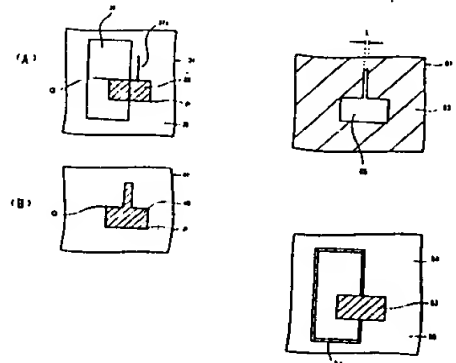
13: photomask base (for example: glass base), 15: light shielding part (for example: Cr film), 17: light transmissive part, 31: first exemplified photomask film, 33: first exemplified sifter

(54) PATTERN FORMATION

(11) 4-76551 (A) (43) 11.3.1992 (19) JP
 (21) Appl. No. 2-190162 (22) 18.7.1990
 (71) OKI ELECTRIC IND CO LTD (72) HIDEYUKI JINBO(2)
 (51) Int. Cl⁵. G03F1/08, G03F7/20, H01L21/027

PURPOSE: To form a fine resist pattern and to increase a focus margin by forming an area where light intensity is small on a wafer by interference by utilizing the edge of a shifter.

CONSTITUTION: For example, the resist pattern for the gate electrode of a field effect transistor is formed. A 1st photomask 31 has a light shield part 33 for a part corresponding to the electric conductor part of the gate electrode, and the shifter 37. Part 37a of its edge functions as a mask for partial formation which determines the gate length of the gate electrode. In a latent image formed in the resist by 1st exposure using the mask 31, the area corresponding to the light shield part 33 becomes an unexposed part 53 and the area corresponding to the edge part of shifter 37 becomes an artificially unexposed part 54 and then 2nd exposure is performed through a 2nd photomask 41 equipped with the light shield part 43 to obtain the resist pattern 61 after development. The exposure quantity of the 1st exposure is varied to vary the size L.



35: transmission part (for exposure light), 37a: part of edge part of shifter, 51: resist, 53: exposed part, 63: resist remaining part, 65: part where silicon substrate is exposed

⑪ 公開特許公報(A)

平4-76551

⑫ Int. Cl.⁹G 03 F 1/08
7/20
H 01 L 21/027

識別記号

5 2 1 A

庁内整理番号

7369-2H
7818-2H

⑬ 公開 平成4年(1992)3月11日

7352-4M H 01 L 21/30
7352-4M3 0 1 P
3 0 1 C

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑭ 発明の名称 パターン形成方法

⑮ 特 願 平2-190162

⑯ 出 願 平2(1990)7月18日

⑰ 発 明 者 神 保 秀 之 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
 ⑰ 発 明 者 河 津 佳 幸 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
 ⑰ 発 明 者 山 下 吉 雄 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
 ⑱ 出 願 人 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
 ⑲ 代 理 人 弁理士 大 垣 孝

明 細 書

1. 発明の名称

パターン形成方法

2. 特許請求の範囲

(1) 投影露光法によりレジストパターンを形成するに当たり、

位相シフト法用のシフトがそのエッジの一部又は全部が光透過部内に位置するように設けられているホトマスクを介してレジストを露光することを特徴とするパターン形成方法。

(2) 請求項1に記載のパターン形成方法において、

前記露光とは別に、前記エッジの光透過部内にある部分の所定部分と対応する部分が光透過部とされている第2のマスクを用いて、前記レジストを露光すること
 を特徴とするパターン形成方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、半導体装置等の製造工程中で使用

されるレジストパターンの形成方法に関するものである。

(従来の技術)

投影露光によるホトリソグラフィ技術の分野においても、半導体装置の高集積化に対応出来る微細なレジストパターンを形成出来る技術が種々提案されている。

それらの技術の中で注目されている技術の一つに位相シフト法と称される技術がある。

この位相シフト法は、Levenson (レベンスン等) によって例えば文献⑥ (アイイーイー トランザクション エレクトロン デバイス (IEEE Trans. Electron Device, Vol. ED-29 (1982) p. 1828, 同 Vol. ED-31 (1984) p. 753) に報告されている技術であり、ウエハ上での光コントラストを上げるためにホトマスク上に露光光の位相をずらす透明な薄膜 (シフト) を部分的に設けて投影露光法の解像力を向上させる技術である。

位相シフト法の応用例としては、例えば特公昭62-59296号公報に開示された位相シフト法用のホトマスク、文献⑤（半導体集積回路技術第37回シンポジウム講演論文集（1989.12）p. 13~18）に開示された位相シフト法によるレジストパターン形成方法等がある。

上述の公報に開示のホトマスクは、第6図にその一部断面図を以って示すように、露光光を遮光する遮光部11及び露光光を透過する透過部13を具えるホトマスク15であって、透過部13の隣り合ったものの少なくとも一対において、透過光が干渉して強め合うことがないように上記1対の透過部を透過する光に位相差を与える透明材料（シフタ）17を上記1対の透過部の少なくとも一方に設けたものであった。このホトマスク15を用いることにより、レジスト（図示せず）の遮光部11及び透過部13と対向する各部分での光コントラストが向上するので、シフタを設けない場合より微細なライン・アンドスペースパターンが得られる。

この発明はこのような点に鑑みなされたものであり、従ってこの発明の目的は、0.2 μm レベル以下の微細なスペースパターンやラインパターンを形成出来ると共にその際のフォーカスマージンが広いパターン形成方法を提供することにある。

（課題を解決するための手段）

この目的の達成を図るため、この出願の発明者は種々の検討を重ねた。その結果、位相シフト法で用いるシフタのエッジ部がホトマスクの光透過部内に存在する場合、光透過部内に存在するエッジ部と対向するウエハ上にはシフタ側を透過した露光光と光透過部側を透過した露光光との干渉により光強度が小さい領域が生じることに着目した。そして、このことをパターン形成に積極的に利用することにより、この発明を完成するに至った。

従って、この発明によれば、投影露光法によりレジストパターンを形成するに当たり、

位相シフト法用のシフタがそのエッジの一部又

また、文献⑤に開示のレジストパターン形成方法は、例えば第7図に要部平面図を以って示すような、孤立の遮光部21（図中斜線を付して強調して示す。）の中に透過部23が作られその部分の透過光の位相を反転させるように透過部23上にシフタ25（点線で示す。）が設けられたホトマスク27を用い、ネガ型レジストの微細な孤立抜きパターンを形成するものであった。

（発明が解決しようとする課題）

しかしながら、上述のいずれの方法であっても、より微細なパターンを形成する場合、投影露光装置の解像力等の制約からおのずと限界がある。従って、ネガ型レジストを用い例えば0.2 μm レベルの抜きパターン（以下、スペースパターンと称することもある。）を、またポジ型レジストを用い例えば0.2 μm レベルのラインパターンを形成することは非常に困難であり、また、このようなパターンが形成出来たととしてもそれを得るためのフォーカスマージンは非常に狭くなると予想される。

は全部が光透過部内に位置するように設けられているホトマスクを介してレジストを露光することとを特徴とする。

なお、この発明においてホトマスクとはレチクルも含む。

また、この発明の実施に当たり、前述の露光とは別に、前述のエッジの光透過部内にある部分の所定部分と対応する部分が光透過部とされている第2のマスクを用い、前述のレジストを露光する工程を設けても良い。

（作用）

この発明のパターン形成方法によれば、シフタのエッジを利用してウエハ上に光強度が小さい領域を生じさせることが出来るので、レジストに微細な、レジストの現像液に対する溶解特性に変化を与えない程度の露光部（この露光部はみかけ上未露光部といえるので、以下、擬似未露光部と称することにする。）を生じさせることが出来る。従って、パターン形成にネガ型レジストを用いた場合は、光透過部にあるシフタのエッジラインと

同様な形状の抜きパターンを有するレジストパターンが得られ、ポジ型レジストを用いた場合は、上記エッジラインと同様な形状のラインパターンを有するレジストパターンが得られる。

また、上記擬似未露光部の面積は露光量を増加させると小さく（幅が狭くなり）なり、露光量を減少させると大きくなる（幅が大きくなる）。従って、パターン寸法を露光量により制御出来るので、この発明のパターン形成方法はフォーカスマージンが広いパターン形成方法といえる。

また、第2のマスクを用い別途に露光を行う構成の場合、シフトのエッジ部を利用してレジスト上に生じさせたレジストの感度以下の露光部のうちの不要な部分をレジスト感度以上の露光量で露光することが出来るので、上記抜きパターンやラインパターンをさらに所望の形状にパターンニング出来る。

(実施例)

以下、i線用投影露光装置及びネガ型レジストを用い電界効果トランジスタのゲート電極用のレ

ジストパターンを形成する例により、この発明のパターン形成方法の実施例を説明する。しかしながら、この実施例で述べる使用材料、使用装置及び膜厚、温度、時間等の数値的条件はこの発明を説明するための単なる例示にすぎない。従って、この発明が、これら材料、装置、数値的条件に限定されるものでないことは理解されたい。また、以下の説明を図面を参照して行うが、参照する図面はこの発明を理解出来る程度に各構成成分の寸法、形状配置関係を概略的に示してあるにすぎない。

また、ゲート電極用のレジストパターンを得るため、この実施例では、位相シフト法用のシフトがそのエッジの一部が光透過部内に位置するように設けられているホトマスク（第1図（A）参照。以下、第1のホトマスク）を介しての第1の露光と、前記エッジの光透過部内にある部分の所定部分と対応する部分が光透過部とされている第2のマスク（第1図（B）参照）を介しての第2の露光を行う。

作製したホトマスクの説明

まず、実施例で用いたホトマスクについて説明する。第1図（A）は第1のホトマスク31の要部を上方から見て概略的に示した平面図、第1図（B）は第2のホトマスク41の要部を上方から見て概略的に示した平面図である。なお、両図ではホトマスクの遮光部を強調するため、遮光部はハッチングを付して示してある。また、両図においてP、Qで示す2点は、第1及び第2ホトマスクを用いる際の位置関係を明確にするため図示した点である。即ち、各ホトマスクは、P点及びQ点各々がウエハ上のP点及びQ点相当位置に重なるようにアライメントされ（実際は、別途に設けたアライメントマークでアライメントされ）用いられる。

先ず、第1のホトマスク31は、ゲート電極の配線部に相当する部分に遮光部33を具える。さらに、この第1のホトマスク31は、遮光部33及び光透過部35の両領域に互い設けられた位相シフト法用のシフト37であって、そのエッジ部

の一部37aが遮光部33から延出し光透過部35内に位置するように設けられたシフト37を具える。後に説明するが、エッジ部の一部37aがゲート電極のゲート長を与える部分形成用のマスクとして機能する。

ここで、この実施例の遮光部33は、クロム膜で構成し、この実施例のシフト37は電子線レジストOEBR-100（東京応化工業（株）製レジスト）で構成している。シフト37の膜厚は310nmとしてある。この膜厚は、i線に対し推定されるOEBR-100の屈折率 $n \sim 1.6$ から計算してシフト37を透過した露光光の位相がほぼ反転する値になる。すなわち、ホトマスク31の、シフト37部分を透過した光と、光透過部35のシフト37を設けていない領域を透過した光とは位相がほぼ180°ずれることになる。

一方、第2のホトマスク41は、第1のホトマスク31の遮光部33に対応する領域と、第1のホトマスク31に設けたシフト37のエッジ部分37aに対応する領域（但し、このエッジ部分

37aをゲート長方向において充分含むような幅の領域)との上に遮光部43を具え、それ以外は光透過部となっている。

バターンニング実験(その1)

スピンコート法により、直径3インチ(1インチは約2.54cm.)のシリコン基板上にネガ型レジストとしてこの実施例の場合LMR-UV(富士薬品工業(株)製レジスト)を1 μ mの膜厚で塗布する。

次に、レジスト塗布済みのこのシリコン基板をホットプレートを用い70℃の温度で1分間ベーキングする。

次に、この試料をi線投影露光装置RA101VLII(株)日立製作所製ステッパ)にセットし第1図(A)を用いて説明した第1のホトマスク31を介し150mJ/cm²の露光量で第1の露光をする。

この第1の露光によりレジストに形成される潜像は、第2図(A)のようなものである。レジス

素(株)製)を用い30秒間スプレー現像する。

現像後に得られるレジストパターンは第3図のようなものである。第3図において、61はレジストパターン、63はレジストの残存部(強調するためハッチングを付してある。)、65はレジストが現像液により溶解されシリコン基板が露出している部分である。

このレジストパターン61のゲート長を与える部分の寸法L(第3図参照)をSEM測長機S-6000(株)日立製作所製)を用いて測定したところ、0.1 μ mであることが分った。

このレジストパターン61上にゲート電極形成用金属を被着させた後リフトオフすればゲート電極が得られる。

バターンニング実験(その2)

第1の露光時の露光量を50mJ/cm²から150mJ/cm²までの範囲の複数の値(第4図の特性図のプロット点参照)とし、第2の露光時の露光量は120mJ/cm²と一定にし、バ

ト51の、第1図(A)のホトマスク31の遮光部33に対応する領域が未露光部53になり、シフタ37のエッジ部に対応する領域が既に説明した擬似未露光部54になり、それ以外の領域は露光部55になる。

次に、投影露光装置のホトマスクを第1のホトマスク31から第1図(B)を用いて説明した第2のホトマスク41に代え、第1の露光済み試料に対し第2のホトマスク41を介し120mJ/cm²の露光量で第2の露光を行う。

この第2の露光によりレジスト51に形成される潜像は、第2図(B)のようなものである。即ち、レジスト51の、第1図(A)のホトマスク31の遮光部33に対応する領域と、シフタ37のエッジ部の一部37aに対応する領域のみが未露光部53a(第2の露光後の未露光部)になり、それ以外の領域は全て露光される。

第2の露光済みの試料をホットプレートを用い110℃の温度で1分間ベーキングする。その後、この試料をLMR-UV現像液(富士薬品工

業(株)製)を用い30秒間スプレー現像する。

次に、この試料上の第1の露光量を違えた各レジストパターンのゲート長を与える部分の寸法LをSEM測長機S-6000を用いそれぞれ測定する。

第1の露光量に対する寸法Lの変化の様子を、第4図に、横軸に第1の露光時の露光量と縦軸に測定した寸法Lをとって示した。

第4図から明らかなように、同じホトマスクを用いたにもかかわらず、第1の露光時の露光量を変化させることにより寸法Lを変化させることが出来ることが分る。従って、この発明のパターン形成方法によれば、露光量を変化させることによりレジストパターンの寸法を制御出来ることが理解出来る。

比較例

実施例同様にシリコン基板上にLMR-UVを塗布しプリベーキングして、試料を用意する。こ

れを実施例で用いたステッパにセットする。また、第1図(B)を用いて説明したホトマスクと同様な遮光パターンを有するホトマスクであって、ゲート長を与える部分の寸法が $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$ まで $0.1 \mu\text{m}$ きざみで変えてある10種類の遮光パターンを具えるホトマスクをステッパにセットする。そして、露光量を $20 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ から $500 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ までの範囲で種々に変化させ露光をしその後現像を行い比較例のレジストパターンを得る。

比較例のレジストパターンのゲート長を与える部分の寸法 L (第3図中の L に対応する寸法)をSEM測長機S-6000で観察したところ、最も細かった L は $0.3 \mu\text{m}$ であった。また、この寸法が得られた条件は、ホトマスク上での L に相当する寸法が $0.4 \mu\text{m}$ のホトマスクを用い露光量を $300 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ とした場合と、 $0.3 \mu\text{m}$ のホトマスクを用い露光量を $240 \text{ mJ}/\text{cm}^2$ とした場合であった。しかし、これらホトマスクを用いた場合でも、それより露光量を上げ

露光しにくい。従って、実用上は第1図(B)のホトマスクの方が好適である。

また、上述の実施例では、ネガ型レジストを用いゲート電極部が抜きパターンとなるゲート電極用レジストパターンを形成した。しかし、シリコン基板上に予めゲート電極形成材を被着させておき、この上にポジ型レジストを塗布し、実施例で用いた第1及び第2のホトマスクを用い露光現像しても良い。このようにすれば、ゲート電極形成材のゲート電極形成予定部分上にレジストが残存するレジストパターンが得られる。その後、ゲート電極形成材の不要部分を例えばドライエッチングすれば、所望のゲート電極が得られる。

また、上述の実施例では、第1及び第2のホトマスクを用い2回の露光を行っていたが、形成するパターン形状によっては、第1の露光のみで良い場合もあることは明らかである。

(発明の効果)

上述した説明からも明らかなように、この発明によれば、ホトマスクの光透過部に位相シフト法

た場合はいずれもパターンは解像出来なかった。

実施例及び比較例の説明から明らかなように、この発明のパターン形成方法を用いることにより、 $0.1 \mu\text{m}$ のゲート長を有するゲートパターンが容易に形成出来ることが分る。然も、同一のホトマスクで露光量を変えるだけで $0.1 \sim 0.4 \mu\text{m}$ の範囲内のゲート長のゲートパターンが形成出来る。

上述においては、この発明のパターン形成方法の実施例について説明したが、この発明は上述の実施例に限られるものではなく以下に説明するような種々の変更を加えることが出来る。

実施例で用いた第2のホトマスクは、例えば第5図に示すように、シフト37のエッジ部(第1図(A)参照)の不要部分のみを露光するため一部に透過部71を有するホトマスク73としても良い。但し、このホトマスク73の場合、透過部71の面積が狭いため、第1の露光時に露光されるべきところがゴミ等の影響で露光されなかった場合この部分を第2の露光で露光しようとしても

用のシフトのエッジが在る場合このエッジ部分に対向するウエハ上には露光光の強度が小さい領域が生じることを積極的に利用してレジストに微細な、レジストの現像液に対する溶解特性に変化を与えない程度の弱い露光部即ち擬似未露光部を形成し、これによりレジストパターンを形成する。

このため、 $0.2 \mu\text{m}$ 以下の微細なスペースパターンやラインパターンを容易に形成出来る。然も、このレジストパターンの線幅は露光量を増減するだけで容易に制御出来る。

従って、微細なレジストパターン形成が可能でかつフォーカスマージンの広いパターン形成方法を提供出来る。

4.図面の簡単な説明

第1図(A)及び(B)は、実施例の第1及び第2露光でそれぞれ用いたホトマスクを示す平面図、

第2図(A)及び(B)は、実施例の第1、第2露光後各々でレジストに形成される潜像を示す図、

第3図は、実施例で得られたレジストパターンを示す平面図、

第4図は、露光量によりレジストパターン寸法の制御が可能なることを示す図、

第5図は、実施例の第2露光で用い得るホトマスクの他の例を示す平面図、

第6図及び第7図は、従来技術の説明に供する図である。

31…第1のホトマスク

33、43…(露光光の)遮光部

35、71…(露光光の)透過部

37…位相シフト法用のシフト

37a…シフトのエッジ部の一部

41…第2のホトマスク

51…レジスト、53…未露光部、

54…擬似未露光部、55…露光部

53a…第2露光後の未露光部

61…レジストパターン

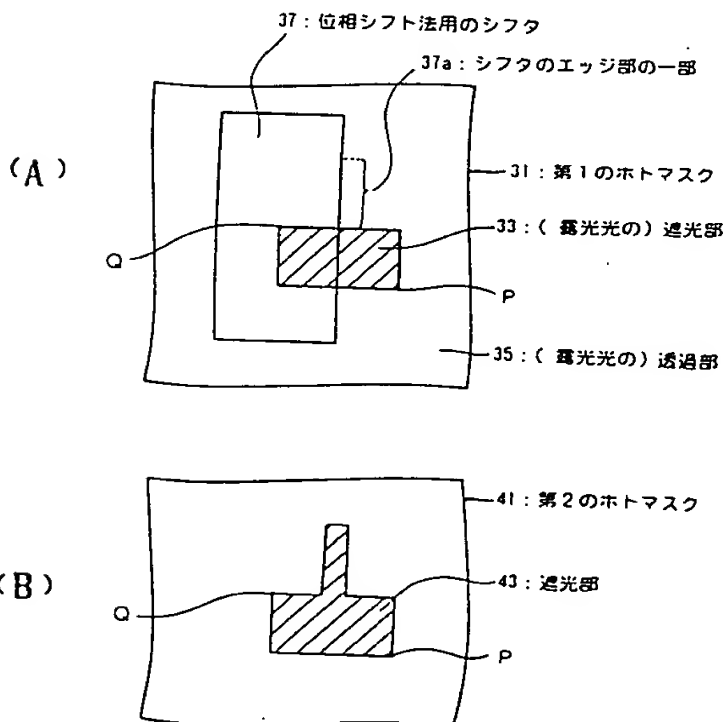
63…レジスト残存部

特許出願人

沖電気工業株式会社

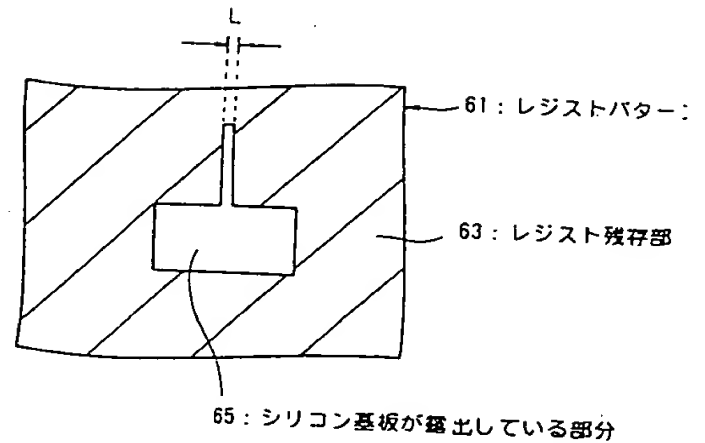
代理人 弁理士

大垣 孝



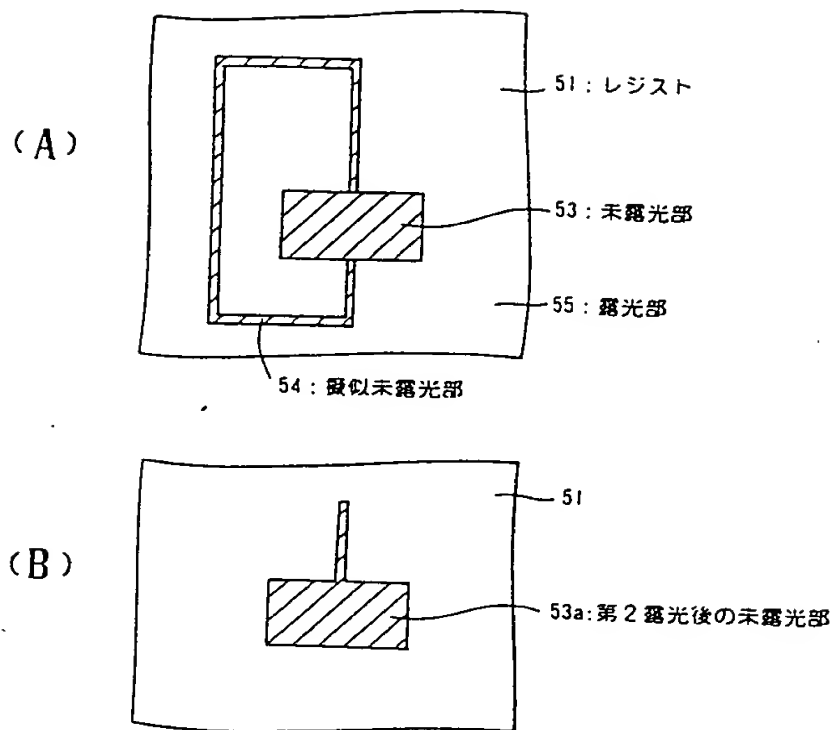
実施例の第1及び第2露光でそれぞれ用いたホトマスクを示す平面図

第1図



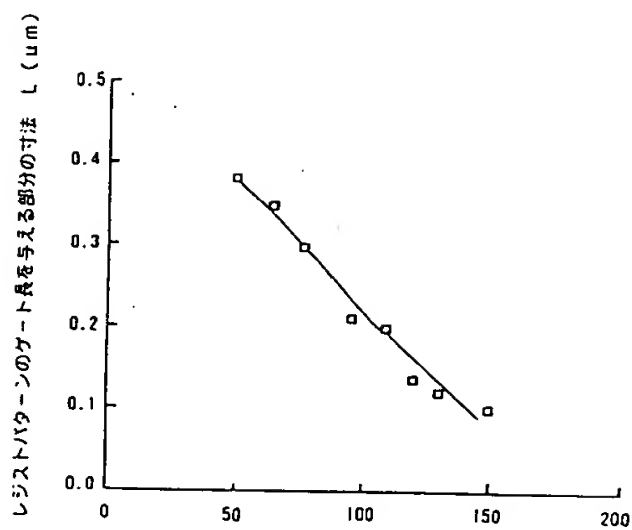
実施例で得られたレジストパターンを示す平面図

第3図



実施例の第1,第2露光後各々でレジストに形成される潜像を示す図

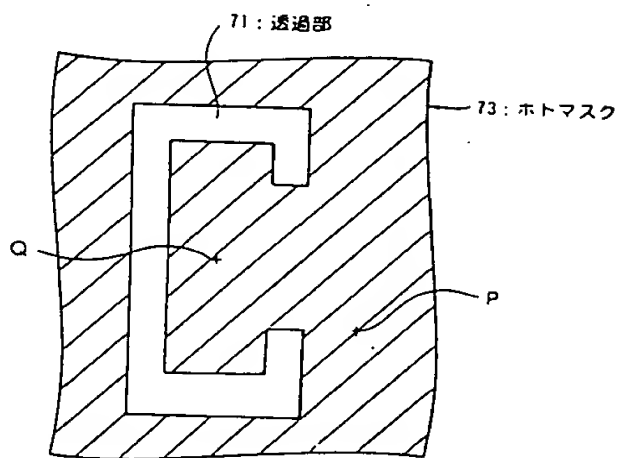
第2図



第1露光の露光量 (mJ/cm^2)

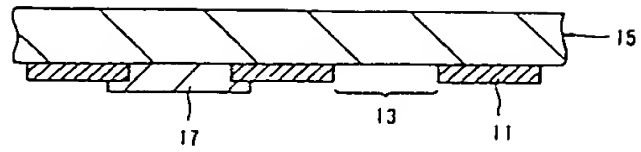
露光量によりレジストパターン寸法の制御が可能であることを示す図

第4図



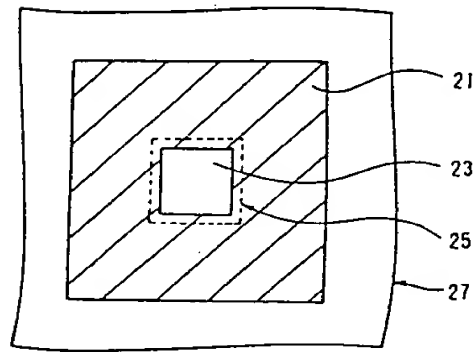
実施例の第2露光で用い得るホトマスクの他の例を示す平面図

第5図



従来技術の説明に供する図

第 6 図



従来技術の説明に供する図

第 7 図